Introduzione a Linux

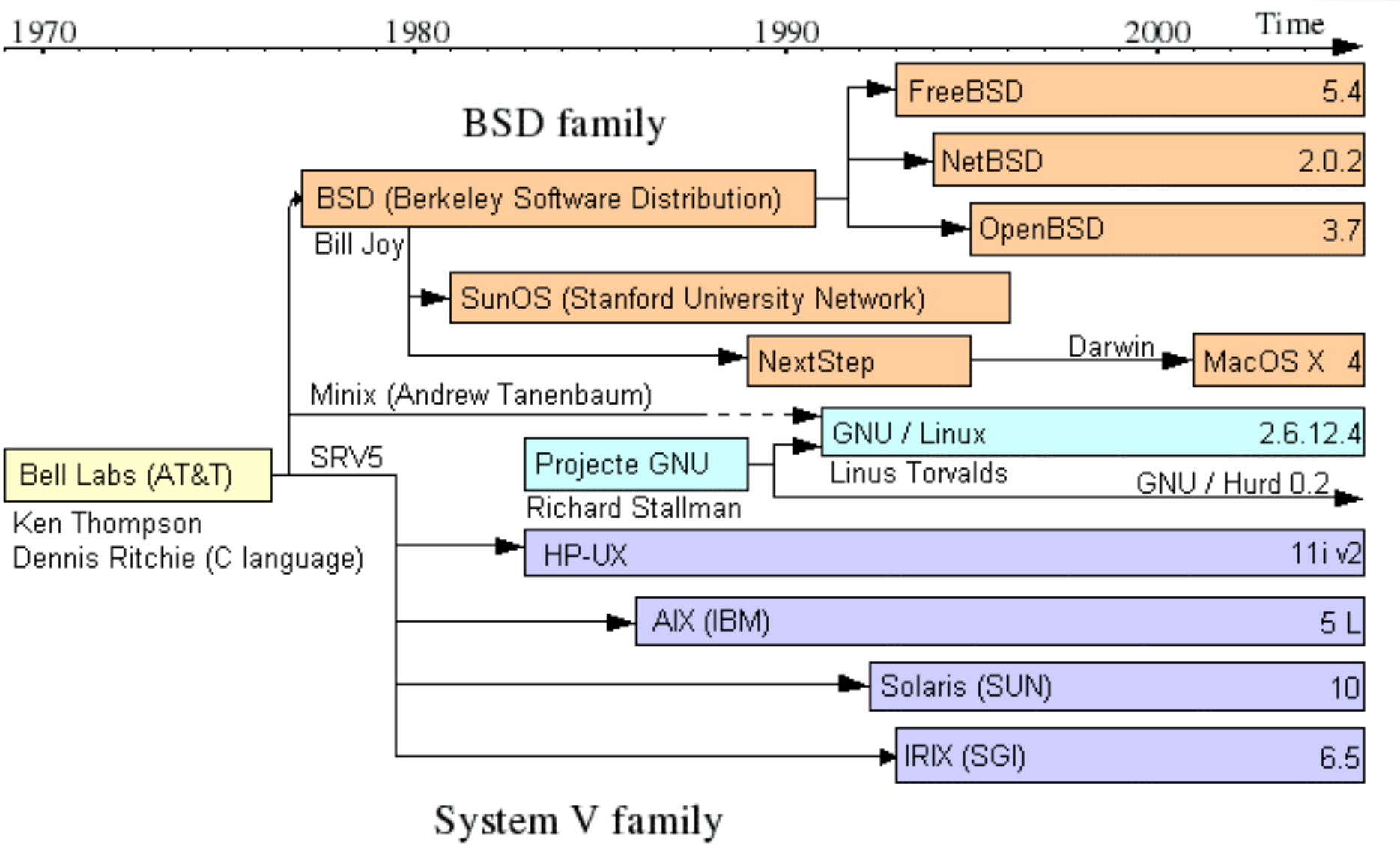
Anno Accademico 2010-2011

Prof. Claudio Cilli

Introduzione

- Linux è un sistema operativo “free” ispirato a Unix, creato originariamente da Linus Torvalds e cresciuto con il supporto di una moltitudine di sviluppatori in tutto il mondo
- Strettamente connesso alla suite GNU (compilatore, linker, debugger, etc.), il sistema può essere correttamente chiamato GNU/Linux
- Sviluppato sotto la GNU General Public License (GPL), il codice sorgente è gratuitamente e liberamente disponibile per chiunque
- Inizialmente sviluppato per microprocessori Intel 386, adesso è disponibile su tutte le architetture di calcolo più diffuse
- E' utilizzato in una molteplicità di sistemi: personal computers, supercomputers, sistemi embedded come router/firewall, telefoni cellulari e videoregistratori

Storia di UNIX

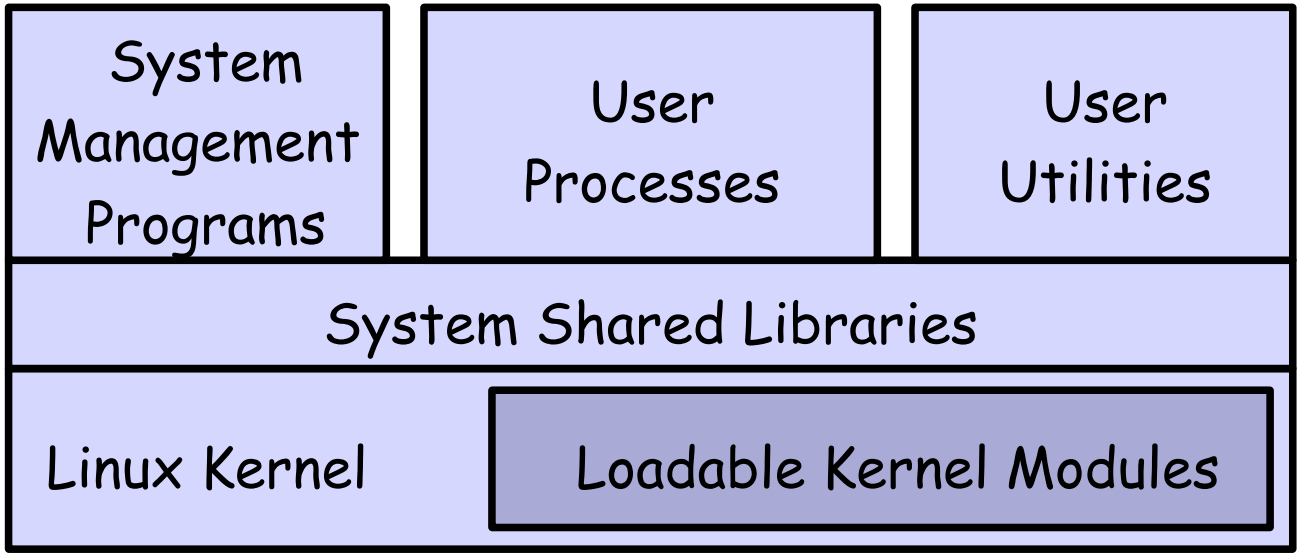


Caratteristiche di Unix/Linux

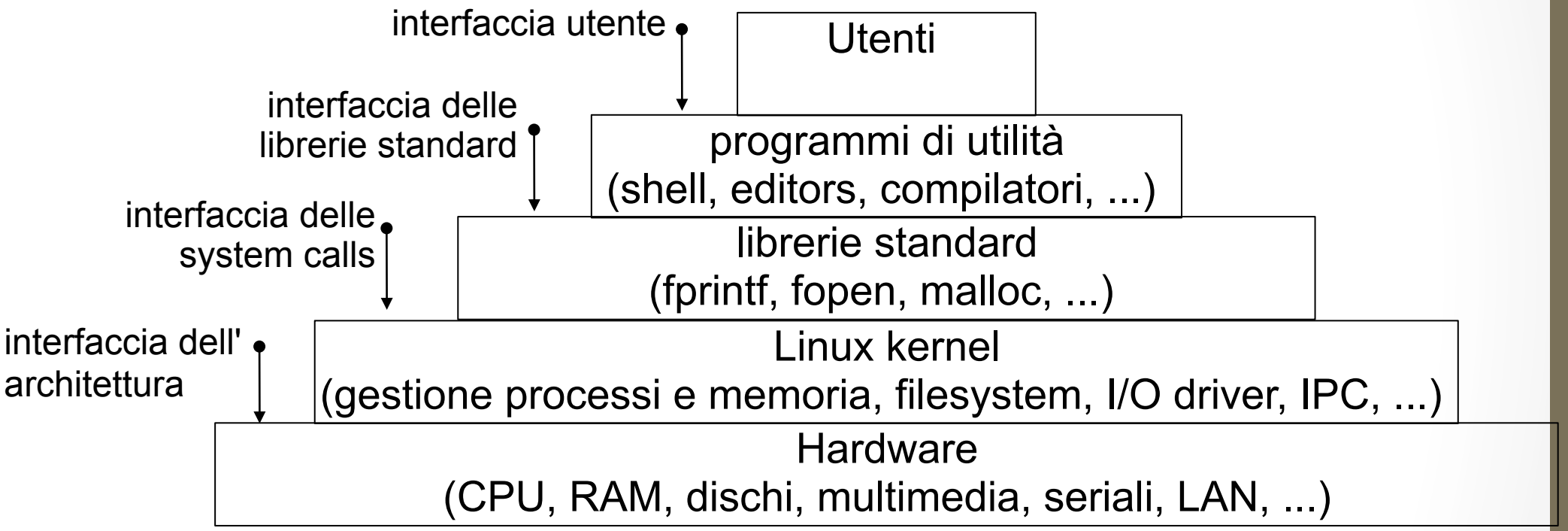
- Multiutente / multitasking
- Composizione di tool (filtri) a livello utente
- Progettato da programmatori per programmatori
- “Everything is a file”
- Kernel monolitico
- Modularità (e.g., file system)
- Scritto quasi integralmente in C (come Unix)

Principi generali di progettazione

- Principali principi di progettazione:
  - velocità, efficienza e standardizzazione
- Rapporti con altri UNIX
  - aderente alle specifiche POSIX
  - API fortemente basata su UNIX SVR4
  - molti tool e librerie derivanti da BSD
  - Integrazione con GNU



I layer di Linux



Il Kernel

- Il kernel supporta l'utilizzo di moduli dinamici (Loadable Kernel Module - LKM)
- I moduli sono sezioni del codice del kernel che possono essere compilati, caricati e scaricati in modo indipendente dal resto del kernel
- Un modulo del kernel può implementare tipicamente un device driver, un file system, o un protocollo di networking
- L'interfaccia dei moduli permette a terze parti di scrivere o distribuire, in base ai propri termini, device driver o altro codice che non può essere distribuito sotto GPL

Login

- La procedura di login serve per:
  - autenticare l'utente
  - configurare un ambiente per l'utente
  - avviare la shell
- Se lo username e la password sono corrette, l'utente ottiene il prompt della shell (messaggio che il sistema è pronto)

```
Fedora Core release 3 (Heidelberg)
Kernel 2.6.9-1.667 on an i386

antarctic login: penguin
Password:
Last login: Thu Aug 18 17:13:26 on :0
[penguin@antarctic ~]$ echo $SHELL
/bin/bash
[penguin@antarctic ~]$
```

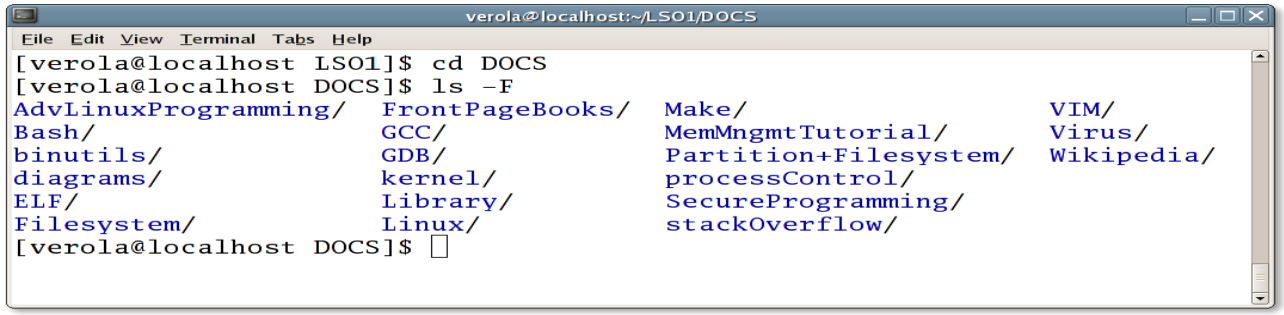
Logout

- La procedura di logout si usa per:
  - rilasciare le risorse allocate per l'utente
  - terminare i processi appartenenti all'utente
  - concludere la sessione di lavoro dell'utente
- In alternativa al comando logout si possono usare anche exit o Ctrl-D

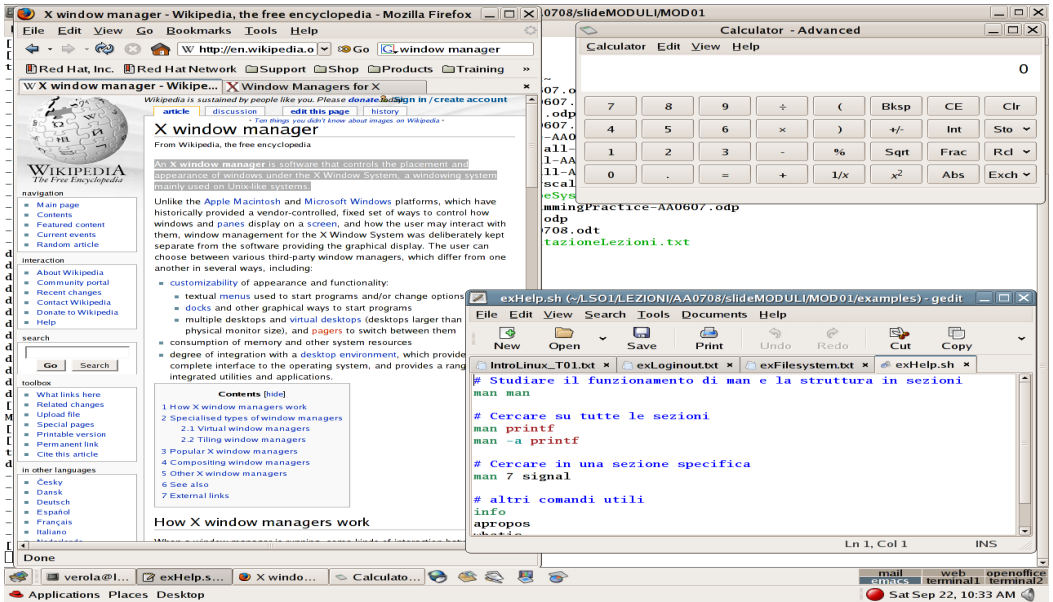
```
[penguin@antarctic ~]$ logout

Fedora Core release 3 (Heidelberg)
Kernel 2.6.9-1.667 on an i386

antarctic login:
```

Interfaccia con l'utente

- Due modi diversi di interazione con l'utente:
  - interfaccia a comandi (gestita dalla shell)



  - interfaccia grafica (gestita dal server X Windows)



Interfaccia a comandi

- L'utente interagisce con il sistema inviando ad esso dei comandi
- Ogni comando è costituito da una sequenza di caratteri alfanumerici terminata dal tasto <INVIO> (<Enter> o <Return> o ↵)
- I comandi seguono una sintassi ben definita, che è analizzata da un interprete dei comandi (in Linux è la Shell ed anche l'utility di SO invocata dalla Shell per conto dell'utente)
- L'interprete dei comandi verifica la correttezza della stringa sulla linea di comando ed esegue le azioni richieste, eventualmente generando dei risultati o messaggi in output sul video

```
[penguin@antarctic ~]$ du -sh /home/penguin
507M    /home/penguin
[penguin@antarctic ~]$ di -sh /home/penguin
bash: di: command not found
[penguin@antarctic ~]$ du -sh (/home/penguin
bash: syntax error near unexpected token `('
```

Interfaccia grafica

- Si basa sull'utilizzo di icone e pannelli grafici per l'inserimento dai dati di input o la selezione di argomenti da menù predefiniti
- Risponde all'esigenza di maggiore facilità d'uso e apprendimento del SO, richiede un terminale grafico e un mouse, oltre alla consueta tastiera
- L'interfaccia grafica in ambiente Linux è basata su X Window System (X11 o anche solo X), che è un'applicazione client/server dedicata a fornire le primitive per realizzare GUI:
  - **X server**: gestisce mouse e tastiera, disegna all'interno delle finestre grafiche riservate agli X Client (processi che comunicano con l'X Server) i dati di output che tali client hanno inviato al server
  - **X client**: rimane in attesa dei dati di input provenienti dal server per elaborarli e invia al server i risultati dell'elaborazione
- Le GUI sotto X Window System sono denotate come X window manager, cioè quei software che controllano il posizionamento, le funzionalità e lo stile grafico delle finestre
- L'utente può scegliere tra vari X window manager, i quali possono differire per vari fattori tra cui livello di personalizzazione ed integrazione con l'ambiente del desktop

Comandi principali

- I comandi base e le utilities principali di Linux (derivati da Unix) sono:
  - Creazione directory e file e spostamenti nel filesystem: `ls cd pwd mkdir rmdir tree touch cp rm find`
  - Visualizzazione e editing di file: `more ed vi emacs ex`
  - Elaborazione di testo: `echo cat grep sort uniq sed awk tail tee head cut tr split printf`
  - Confronto tra file: `comm cmp diff patch`
  - Programmi vari di utilità: `test xargs find`
  - Amministrazione di sistema: `chmod chown ps su who`
  - Comunicazione via rete: `mail telnet ftp finger ssh`
  - Lancio di shell: `sh bash csh ksh tcsh`

Esercizi

- Dopo aver ottenuto un'utenza sul PC e una password, effettuare login, cambiare password e fare logout nei diversi modi:
  - chiudendo l'intera sessione grafica
  - chiudendo la terminal window
- Aprire una nuova terminal window, familiarizzare con le funzioni del window manager (minimize, maximize, resize, move, close), se non note!
- Analizzare il meccanismo dell'interfaccia testuale:
  - il prompt
  - l'inserimento di un comando
  - l'output del comando
- Lanciare il comando man man e spiegarne il significato

Filesystem - I

- Il filesystem è un modulo del SO dedicato all'archiviazione delle informazioni sulle memorie di massa
- Esistono diversi tipi di file system (ntfs, fat, ext2, ext3, jfs, ...)
- Diversi file system possono essere utilizzati contemporanemente
- Le funzioni principali sono:
  - semplificare gli accessi alle memorie di massa: per leggere e scrivere dati non si devono specificare gli indirizzi fisici mediante head, sector, cylinder, ma basta riferirsi a nomi di file e directory
  - offrire all'utente una modalità strutturata ed efficiente per organizzare i propri dati
  - gestire i vari dischi collegati al sistema, assegnando o rilasciando aree di memoria secondaria in base alle richieste dei programmi che utilizzano il filesystem

Filesystem - II

- Altre funzioni importanti del filesystem sono:
  - Implementare degli schemi di protezione dei dati (diritti di accesso a file e directory) e politiche di limitazione dell'uso delle spazio disco (quotas)
  - Supportare l'accesso diretto a dispositivi periferici (/dev)
  - Permettere l'accesso ad informazioni sul sistema (/proc)
  - Permettere l'accesso a dati remoti (samba, NFS)
  - Permettere l'accesso a dati di altri sistemi operativi (NTFS, FAT)

Linux file

- *“On a UNIX/Linux system, everything is a file; if something is not a file, it is a process”*
- Infatti, oltre ai file “regolari” (programmi, testo, immagini, ...), ci sono i file “speciali” che possono rappresentare dispositivi di I/O, canali di comunicazione quali pipe e socket, aree di memoria del kernel, ...
- Un file regolare è una sequenza di byte (non esiste una struttura di record)
- Il SO non interpreta la struttura e il contenuto di un file: ciò è delegato alle varie applicazioni
- Una directory è un file contenente una lista di nomi di altri file e/o di altre directory (dette subdirectory) contenuti in essa
- Il file system di Linux è organizzato gerarchicamente ad albero:
  - la directory root (indicata con “/”) costituisce la radice dell'albero
  - le directory costituiscono i nodi dell'albero
  - i file costituiscono le foglie

Tipi di file (I)

- Un file Linux può essere dei seguenti tipi (il primo carattere è quello utilizzato dal comando ls per indicare il tipo di file):
  - – file regolare: dati in formato testo o binario, eseguibili, programmi sorgente, immagini, ...
  - `d` directory: file che contiene una lista di altri file
  - `l` link simbolico: file che punta ad un altro file
  - `c` device a caratteri: dispositivo di I/O organizzato a singoli byte
  - `b` device a blocchi: dispositivo di I/O organizzato a blocchi di lunghezza fissa (bufferizzato)
  - `p` named pipe: meccanismo per l'IPC all'interno del kernel
  - `s` socket: canale per le comunicazioni su rete

Tipi di file (II)

- L'opzione **`-l`** del comando **`ls`** mostra il tipo di file, utilizzando il primo carattere di ciascuna linea di output:

```
[penguin@antarctic ~]$ ls -l
total 160
drwxr-xr-x   2 penguin birds 4096 Aug 13 23:07 Desktop
drwxrwxr-x   9 penguin birds 4096 Aug 17 23:11 LSO1
-rwxrwxr-x   1 penguin birds 6240 Aug 31 09:35 main
-rw-rw-r--   1 penguin birds  337 Aug 31 09:35 main.c
lrwxrwxrwx   1 penguin birds    6 Aug 31 00:04 prog.c -> main.c
prw-rw-r--   1 penguin birds    0 Aug 31 17:40 myfifo
```

Nomi di file (I)

- Un nome di file può essere di qualsiasi lunghezza e può utilizzare qualsiasi carattere stampabile, eccetto il **forward slash '/'**
- I nomi dei file devono essere unici all'interno di una stessa directory
- Un nome di file che inizia per '.' denota un file/directory nascosto/a (hidden) e non viene mostrato dal comando `ls` (a meno di non usare l'opzione `-a`)
- Un nome di file non dovrebbe mai iniziare con hyphen '–', in quanto molti comandi considerano una stringa che inizia per '–' come indicazione di un'opzione
- Un nome di file/directory non ha una struttura definita: eventuali estensioni (.c, .h, .txt, ...) hanno solo un valore convenzionale e non intrinseco

Nomi di file (II)

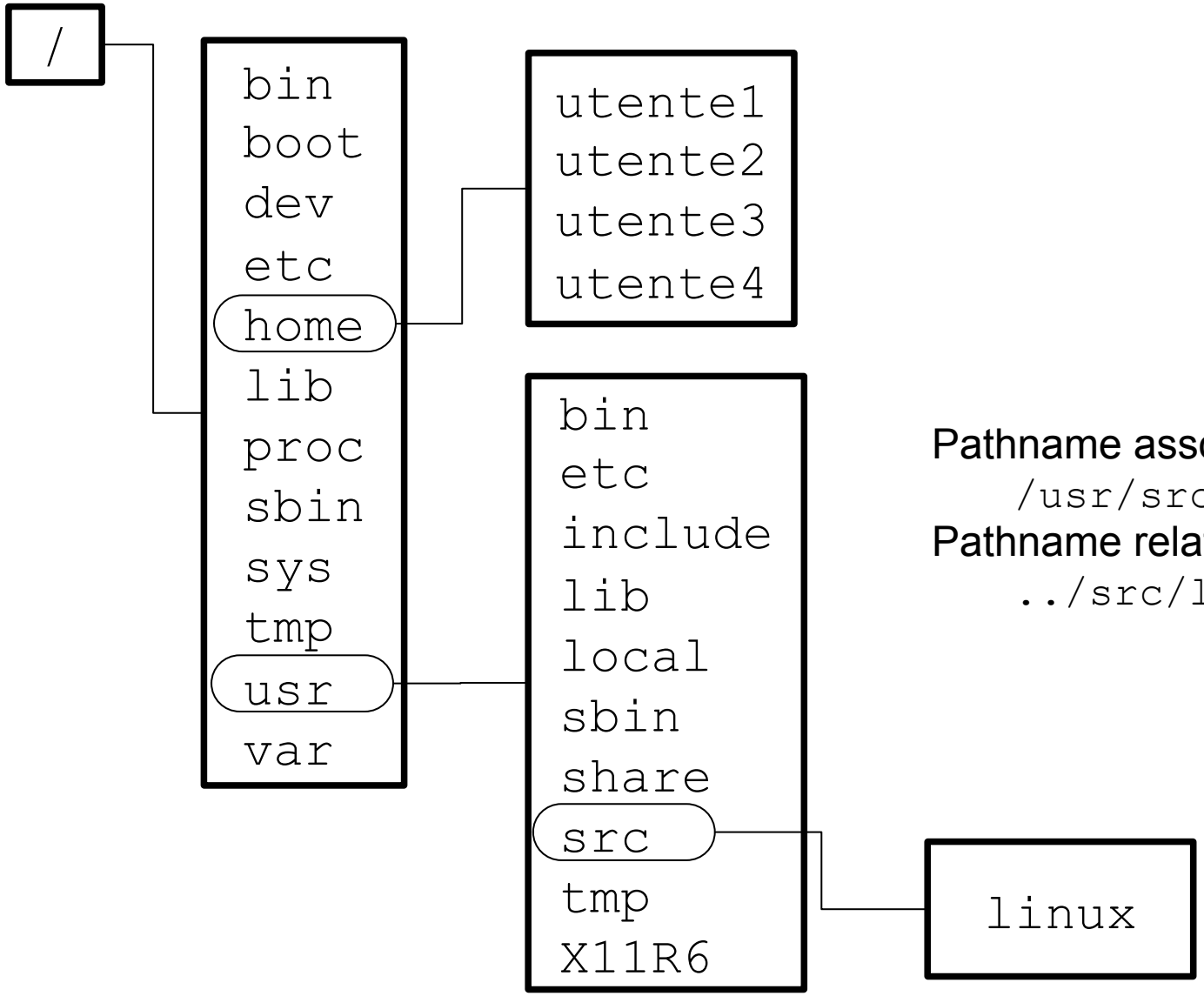
- Se un nome di file contiene caratteri speciali quali **`&, *, \, $, ?, <spazio>`**, e deve essere usato su linea di comando della shell, bisogna usare degli accorgimenti mediante l'utilizzo del caratteri di escape '\' e il quoting **`''`** per evitare che la shell interpreti ed espanda i caratteri speciali

```
[penguin@antarctic DUMMY]$ ls -l
total 24
-rw-rw-r--  1 user user 337 Sep  1 11:14 filename with spaces
-rw-rw-r--  1 user user   4 Sep  1 11:18 fileWith$Dollar
-rw-rw-r--  1 user user  38 Sep  1 11:17 fileWithWildcard*.c

[penguin@antarctic DUMMY]$ file filename with spaces
filename: ERROR: cannot open `filename' (No such file or directory)
with:     ERROR: cannot open `with' (No such file or directory)
spaces:   ERROR: cannot open `spaces' (No such file or directory)

[penguin@antarctic DUMMY]$ file 'filename with spaces'
filename with spaces: ASCII C program text

[user@localhost DUMMY]$ file fileWith$Dollar
fileWith: ERROR: cannot open `fileWith' (No such file or directory)
[user@localhost DUMMY]$ file fileWith\$Dollar
fileWith$Dollar: ASCII text
[user@localhost DUMMY]$
```

Pathname

- Per identificare un file o una directory si utilizza un nome di percorso (pathname) composto da nomi di directory separati dal carattere '/'; l'ultimo nome è quello della directory o del file in questione
- Il pathname può essere:
  - assoluto: inizia per '/' e quindi si riferisce alla root del filesystem
  - relativo: inizia con un nome di directory o è composto dal solo nome del file da indirizzare e la ricerca inizia a partire dalla directory attiva o di lavoro (working directory) del processo in esecuzione
- Il simbolo '`.`' indica la directory attiva, mentre '`..`' indica la directory che contiene la directory attiva (parent directory)

Esempio di filesystem Linux



Pathname assoluto:

`/usr/src/linux`

Pathname relativo a `/usr/bin`:

`../src/linux`

Directory principali sotto Linux

`/bin`	Comandi base (utilities) per gli utenti
`/boot`	File immagine del kernel
`/dev`	Device file per accedere a periferiche o sistemi di memorizzazione
`/etc`	File di configurazione del sistema
`/home`	"Home directory" degli utenti
`/lib`	Librerie condivise dai programmi e utili per il loro funzionamento
`/proc`	File system virtuale senza reale allocazione su disco. Viene utilizzato per fornire informazioni di sistema, in particolare relative al kernel
`/sbin`	Comandi per la gestione del sistema, destinati al *system administrator*
`/sys`	File relativi ad informazioni sull'HW di sistema
`/tmp`	Directory dei file temporanei
`/usr`	Directory contenente gran parte dei programmi esistenti nel sistema
`/var`	Dati variabili, code di stampa

Comandi relativi al filesystem

- **`pwd`**
  - Print Working Directory
- **`cd` *`directory`***
  - Change working Directory (“go to” directory)
- **`mkdir` *`directory`***
  - MaKe a directory
- **`rmdir directory`**
  - ReMove directory
- **`ls` *`directory`***
  - LiSt directory content
    - -a all files
    - -l long listing
    - -g group information
- **`tree` *`directory`***
  - display directory tree

Gestione dei file

- **`rm`**
  - ReMove (delete) files
- **`cp`**
  - CoPy files
- **`mv`**
  - MoVe (or rename) file
- **`ln`**
  - LiNk creation (symbolic or not)
- **`more, less`**
  - page through a text file
- **`df [options] [directory]`**
  - Disk Free: mostra lo spazio libero nei dischi
- **`du [options] [directory]`**
  - Disk Usage: mostra lo spazio occupato nei dischi

Esercizi

- Cambiare directory di lavoro, verificare che il comando abbia avuto effetto e poi tornare alla propria home directory
- Verificare i file presenti nella directory di lavoro e in /etc.
- Trovare le opzioni del comando ls per:
  - visualizzare i file nascosti
  - output ricorsivo (lista contenuto tutte subdirectory)
  - listare i file in ordine alfabetico inverso
  - stampare l'inode dei file
- Creare nella propria home directory una nuova directory test.
- Trovare opzione di cp per copiare ricorsivamente un albero di directory.
- Trovare opzione di rm che richiede la conferma della cancellazione del file.
- Rimuovere un file che inizia per '-' (as es. -file).
- Trovare opzione di mkdir che permette di creare la directory e le eventuali parent directory, se non esistenti.

Il filesystem nella realtà

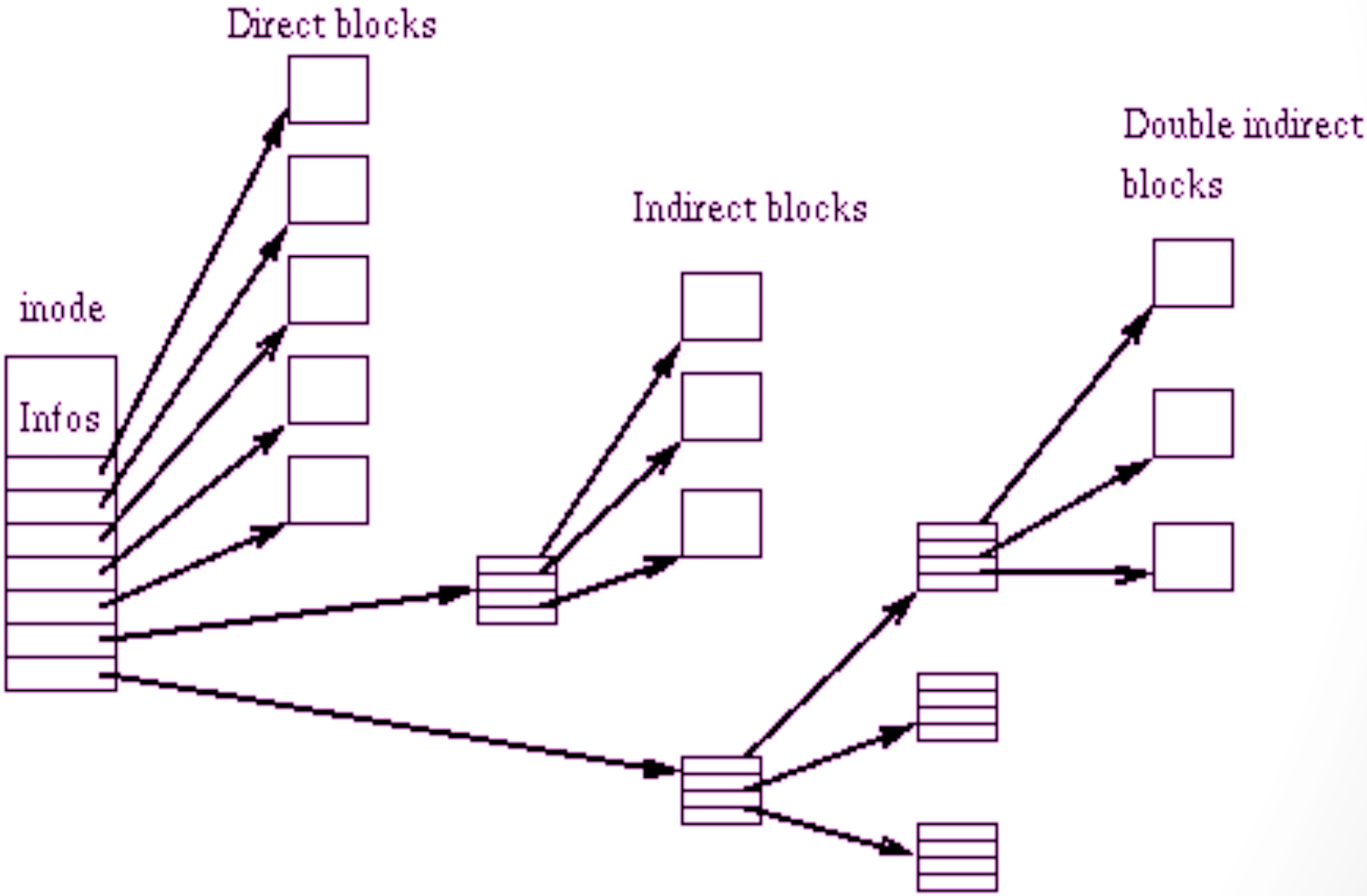
- Anche se per l'utente i file e le directory sono organizzate secondo una struttura ordinata ad albero, il computer in realtà non conosce il significato di tale rappresentazione
- Il disco è diviso in partizioni ed ogni partizione ha un suo filesystem; l'insieme dei filesystem forma la struttura ad albero con cui l'utente interagisce
- I nomi dei file sono utili per l'utente, ma il SO identifica i file mediante i loro inode number
- Un inode number è un identificatore univoco associato ad una struttura di dati (inode) contenente informazioni sulle proprietà del file e sulla locazione fisica dei dati che costituiscono il file stesso
- Ogni partizione ha il suo insieme di inode: lo spazio per essi viene generalmente creato durante il processo di installazione del sistema

L'inode

- Ad ogni file creato viene assegnato un *inode* con le seguenti informazioni:
  - lunghezza del file in bytes
  - ID del dispositivo contenente il file
  - *user ID* del proprietario del file e *group ID* del file
  - *inode number*
  - *file mode*, che determina il tipo e i permessi di accesso e esecuzione del file
  - data di ultima modifica (*mtime*), di ultimo accesso (*atime*) e di ultima modifica dell'inode (*ctime*)
  - *link number*, che indica il numero di hard-link collegati all'inode

inode e blocchi su disco

- Esempio di struttura di *inode* (ext2 filesystem)



Attributi dei file

- Per ottenere informazioni complete su un file:
  - **`% ls –lis prova.txt`**
  - `72670 8 -rwxr--r-- 1 penguin birds  213  Oct 2 00:12 prova.txt`
- Descrizione dei campi:
  - Indice dell'inode del file
  - Numero di blocchi utilizzati dal file (1 blocco = 1024 bytes)
  - Tipo e permessi del file
  - Il conteggio di hard-link
  - Username e groupname del possessore del file
  - Dimensione in byte
  - Data di ultima modifica
  - Nome del file
- Si noti che questi sono gran parte dei dati contenuti in un inode

Concetto di owner e gruppo

- Ogni file è associato a:
  - un utente proprietario del file
  - un gruppo (i.e., insieme di utenti) con speciali diritti sul file
- Come identificare utenti e gruppi:
  - *user id* (valore intero, Unix internals); username (stringa)
  - *group id* (valore intero, Unix internals); groupname (stringa)
- Come associare un utente ad un file:
  - quando create un file, viene associato al vostro *user id*
  - potete modificare il proprietario tramite `chown newUserId file(s)`
  - normalmente non disponibile in un sistema in cui vengono gestite *system quotas*

Gestione dei gruppi

- Come ottenere la lista dei gruppi a cui appartenete
  - **`groups [username]`**
- Invocata senza argomenti, elenca i gruppi a cui appartenete;
- Indicando username, ritorna i gruppi associati a username
- Come associare un gruppo ad un file
  - quando create un file, viene associato al vostro gruppo corrente, il vostro gruppo corrente iniziale è scelto dall'amministratore
  - potete cambiare il vostro gruppo corrente (aprendo una nuova shell) tramite `newgrp <groupname>`
  - potete modificare il gruppo associato ad un file tramite il comando
    `chgrp <groupname> <file(s)>`

Permessi dei file (I)

- Ogni file è associato a 9 flag chiamati "Permission bits"

User			Group			Others		
R	W	X	R	W	X	R	W	X

- ***Read***
  - file regolari: possibilità di leggere il contenuto
  - directory: possibilità di leggere l'elenco dei file contenuti in una directory
- ***Write***
  - file regolari: possibilità di modificare il contenuto
  - directory: possibilità di aggiungere, rimuovere, rinominare file
- ***Execute***
  - file regolari: possibilità di eseguire il file (se ha senso)
  - directory: possibilità di fare cd nella directory o accedervi tramite path

Permessi dei file (II)

- In realtà:
  - la gestione dei permessi è leggermente più complessa di quanto presentato
- Quando un processo è in esecuzione, possiede:
  - **Un user ID / group ID reale** (usato per accounting)
  - **Un user ID / group ID effettivo** (usato per accesso)
- Quali permission vengono utilizzati?
  - Se l'user ID effettivo corrisponde a quello del possessore del file, si applicano le User permission
  - Altrimenti, se il group ID effettivo corrisponde a quello del file, si applicano le Group permission
  - Altrimenti, si applicano le Others permission

Come cambiare i permessi (I)

- Relativo: **`chmod [ugoa][+-=][rwxXstugo] file(s)`**
  - Esempi:
    - `chmod u+x script.sh`
    - Aggiunge il diritto di esecuzione per il proprietario per il file script.sh
    - `chmod –R ug+rwX src/*`
    - Aggiunge il diritto di scrittura, lettura per il proprietario e il gruppo per i file e contenuti in src/ , ricorsivamente. Inoltre aggiunge il diritto di esecuzione per le directory
    - `chmod –R o-rwx $HOME`
    - Toglie tutti i diritti a tutti gli utenti che non sono il proprietario e non appartengono al gruppo, ricorsivamente
- Nota: consultate `info chmod` per maggiori dettagli

Come cambiare i permessi (II)

- Assoluto: **`chmod octal-number file(s)`**

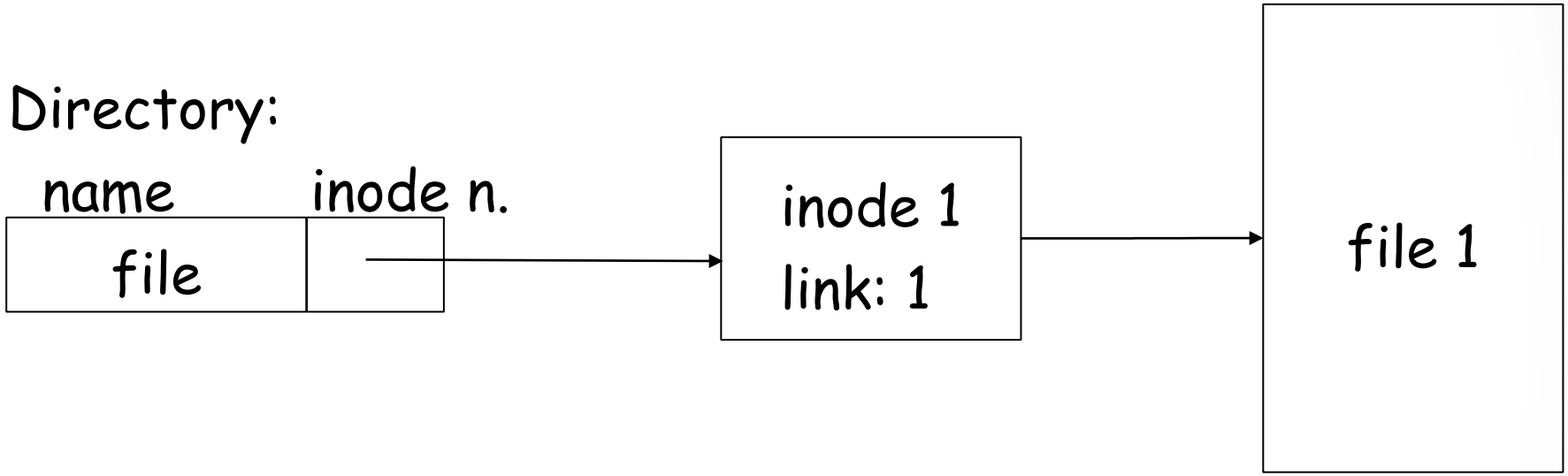
User			Group			Others		
R	W	X	R	W	X	R	W	X
4	2	1	4	2	1	4	2	1

- Esempi:
  - `chmod 755 public_html`
  - Assegna diritti di scrittura, lettura e esecuzione all'utente, diritti di lettura e esecuzione al gruppo e agli utenti
  - `chmod 644 .procmailrc`
  - Assegna diritti di scrittura, lettura all'utente, diritti di lettura al gruppo e agli altri

Link

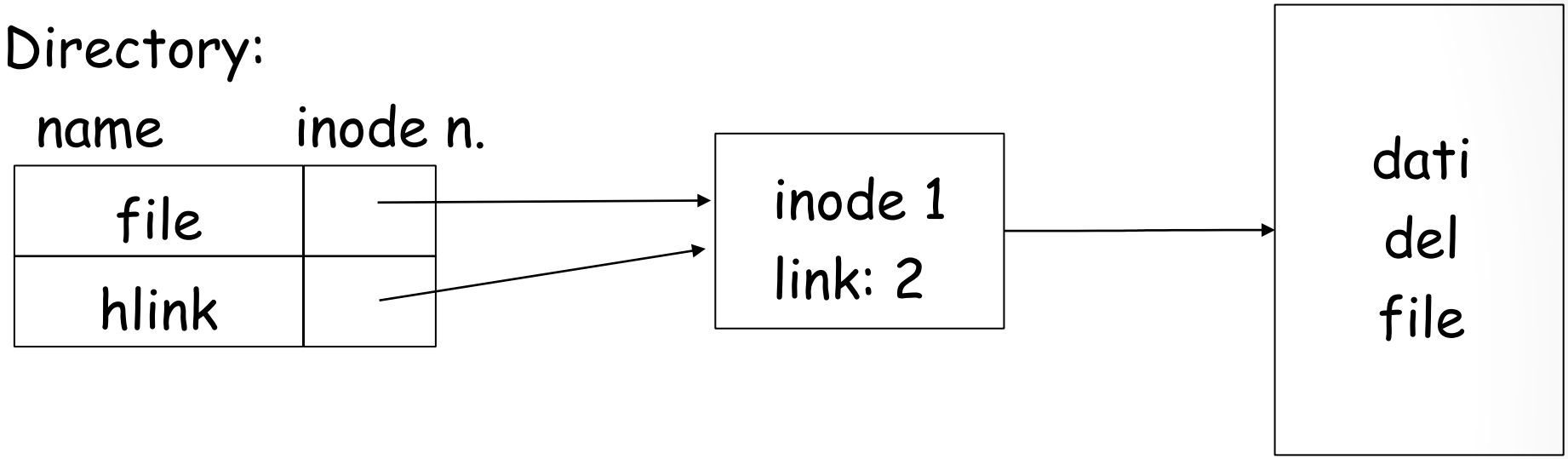
- `ln file hlink`
  - E' un *hard-link*, cioè crea una entry (nella directory corrente) chiamata `hlink` con lo stesso *inode number* di `file`
  - Il *link number* dell'inode di `file` viene incrementato di 1
- `ln -s file slink`
  - E' un *link simbolico*, cioè crea un file speciale (nella directory corrente) chiamato `slink` che "punta" alla entry nella directory di nome file
  - Il link number dell'inode di file non viene incrementato
- Se cancello file:
  - hard-link: il link number dell'inode viene decrementato, ma i dati del file non vengono rimossi dal disco, fintanto che il link number non diventa uguale a 0.
  - link simbolico: il link diviene "stale", ovvero punta ad un file inesistente

Esempio - Situazione iniziale



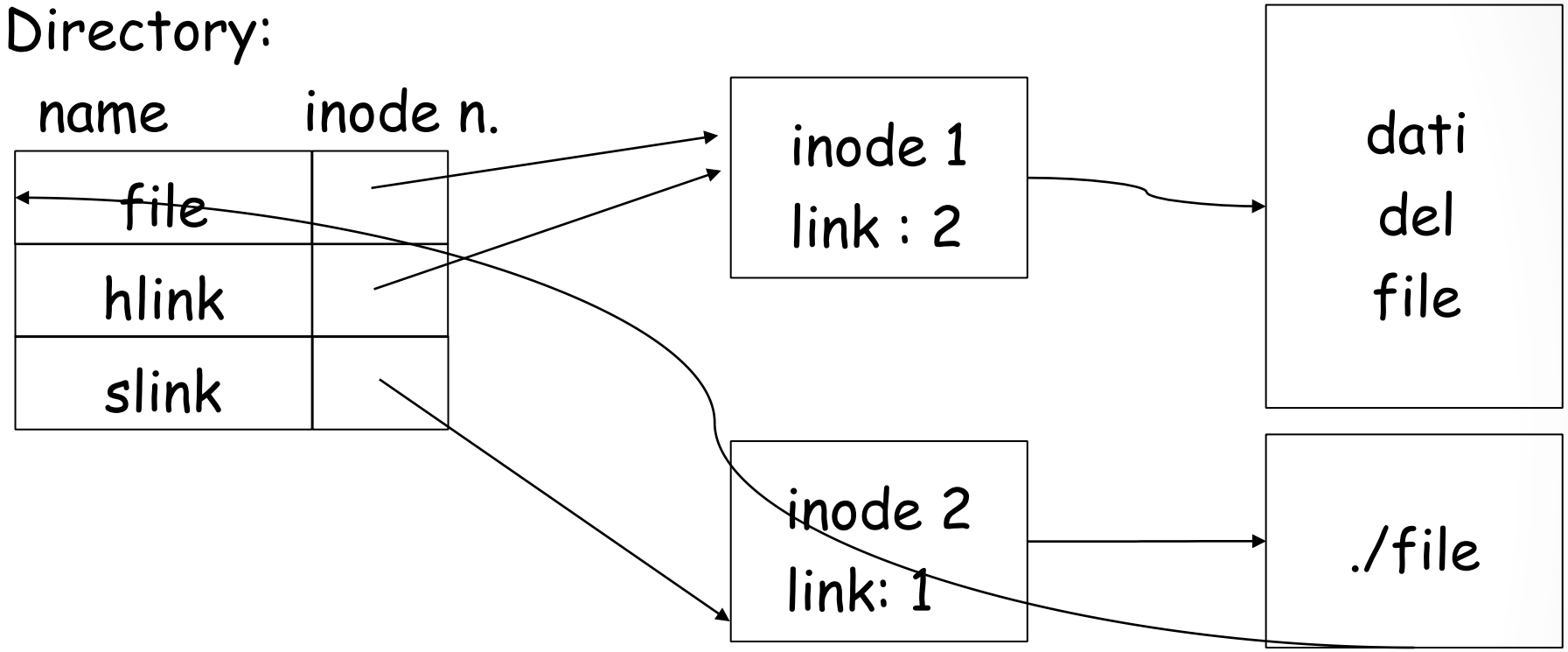
- Esiste un file di nome `file` con *inode number*=1 e *link number*=1 (cioè una sola entry nella directory si riferisce all'*inode* del file)

Esempio - Creazione di un hard-link



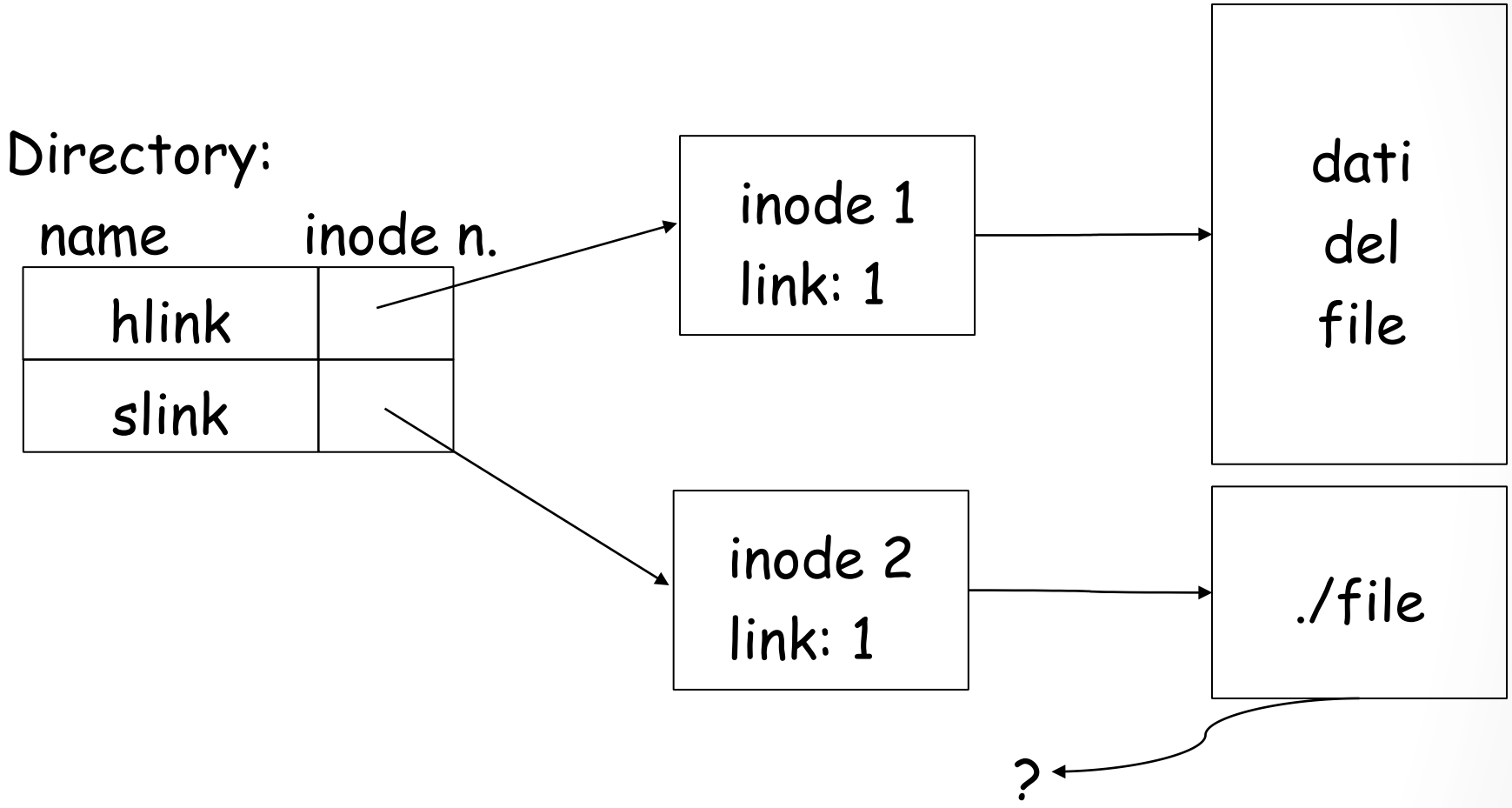
- Viene creato un (secondo) hard link di nome **`hlink`** che si riferisce all'inode 1, quindi il link number dell'inode diventa 2 (cioè 2 entry nella directory si riferiscono all'inode del file)

Esempio - Creazione di un link simbolico



Viene creato un *link simbolico* di nome `slink` che punta al file con *inode* 1, quindi `slink` si riferisce a un nuovo inode 2 con *link number*=1;
il contenuto del file `slink` è il pathname del file puntato

Esempio - Rimozione del file originale



- Se viene rimossa la entry `file` dalla directory, il link simbolico `slink` pur rimanendo un file esistente, diventa *stale*

Esercizi

- Utilizzare ls per visualizzare gli attribuiti del file, inode incluso.
- Qual è la rappresentazione ottale della maschere di permessi -rwxr----- ? E la rappresentazione simbolica della maschere di permessi ottale 755 ?
- Rendere una directory non eseguibile, ma leggibile, e fare cd nella dir. Cosa si ottiene? E con ls dir?
- Rendere una directory non leggibile, ma eseguibile, e fare cd nella dir. Cosa si ottiene? E con ls dir?
- Come si puo' listare i file in ordine cronologico? Cosa fanno le opzione -u e -c di ls?
- Analizzare le info fornite dal comando stat.
- Creare un link simbolico symlink1 che punta a un link simbolico symlink2 che a sua volta punta a symlink1 (dipendenza circolare). Cosa succede se si tenta di leggere il contenuto di uno dei 2 file?
- Creare una sottodirectory bin all'interno della propria home directory in cui mettere file eseguibili e script. Fare un hard-link al file del comando compress ed un link simbolico al file del comando date.

Attributi dei processi

- `pid` - identificatore del processo
- `ppid` - parent pid (identificatore del processo padre)
- `nice number` - priorità statica del processo; può essere cambiata (diminuita) con il comando nice
- `TTY` - terminal device associato al processo
- *real, effective user id*
  real, effective group id
  Identificatori dell'owner e del group owner del processo
- altro: memoria utilizzata, cpu utilizzata, etc.

Monitoraggio dei processi

- Il comando `ps` riporta lo stato dei processi attivi nel sistema (vedi `man ps` per il significato delle varie colonne)

```
$ ps

PID TTY   TIME      CMD
648 pts/2 00:00:00  bash

$ ps alx

F   UID   PID  PPID PRI  NI    VSZ  RSS WCHAN  STAT TTY      TIME COMMAND
0     0     1     0  15   0    500  244 1207b7 S    ?        0:05 init
0     0     2     1  15   0      0    0 124a05 SW   ?        0:00 [keventd]
0     0     3     1  34  19      0    0 11d0be SWN  ?        0:0  [ksoftirqd_CPU0]
0     0     4     1  25   0      0    0 135409 SW   ?        0:00 [kswapd]
0     0     5     1  25   0      0    0 140f23 SW   ?        0:00 [bdflush]
0     0     6     1  15   0      0    0 1207b7 SW   ?        0:00 [kupdated]
0     0     7     1  25   0      0    0 15115f SW   ?        0:00 [kinoded]
0     0     9     1  19   0      0    0 23469f SW   ?        0:00 [mdrecoveryd]
0     0    12     1  15   0      0    0 1207b7 SW   ?        0:00 [kreiserfsd]
0     0   150     1   0 -20      0    0 107713 SW<  ?        0:00 [lvm-mpd]
```

Priorità e terminazione dei processi

- Comando `nice`
  - esegue un comando con una priorità statica diversa da quella di default (nel range da -20=massima priorità a 19=minima priorità, 0=default, per dettagli vedi `info nice`)
- `nice -n 19 command`
- Comando `renice`
  - cambia la priorità di un processo mentre è in esecuzione
- `renice [+-]value -p pid`
- Comando `kill`
  - manda un segnale a un processo; alcuni segnali possono provocare la terminazione del processo
- `kill -9 pid`

Lancio e controllo dei processi

- Processi in foreground
  - Processi che "controllano" il terminale da cui sono stati lanciati
  - In ogni istante, un solo processo è in foreground
- Processi in background
  - Vengono eseguiti senza "controllare" il terminale a cui sono “attaccati”
- Job control
  - Permette di portare i processi da background a foreground e viceversa

- `&` Lancia un processo direttamente in background
  Esempio: long_cmd &
- `Ctrl+z` Ferma (stop) il processo in foreground
- `Jobs` Lista i processi in background
- `%n` Si riferisce al processo n-esimo in background
  Esempio: kill %1
- `fg` Porta un processo da background a foreground
  Esempio: fg %1
- `bg` Fa ripartire in background i processi fermati

Una lista più completa di tasti di controllo `Ctrl+<x>` e caratteri speciali con il loro significato/azione verrà presentata nel modulo sulla Shell

Esercizi

- Esaminare e provare le varie opzioni di ps.
- Utilizzare l'utility per un ps periodico: top.
- Fare test di lancio processi in foreground e background.
- Verificare l'effetto dei vari interrupt Ctrl+c, Crtl+\, Crtl+z su processi in foreground e in background.
- Trovare l'opzione di kill per listare i segnali supportati.
- Trovare il modo di lanciare un processo (ad es. sleep 30) in foreground, sospenderlo, listarlo nella lista dei job, riattivarlo in background, sospenderlo di nuovo, riattivarlo in foreground.
- Trovare il modo di verificare l'esistenza di un processo di cui e' noto il PID, utilizzando kill, ma senza terminarlo.
- Abbassare la priorita' di un processo alla minima possibile.